



Alınış tarihi (Received): 08.03.2023

Kabul tarihi (Accepted): 25.12.2023

Nergis Çayı (Balıkesir) Tikoplankton İçeriğinin Bazı Çevresel Etmenlerle Olan İlişkisi

Kemal ÇELİK^{1,*}

¹Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çağış kampüsü, Balıkesir, Türkiye

*Sorumlu yazar: kcelikalikesir.edu.tr

ÖZET: Akarsuların ekolojik durumunun belirlenmesinde bentik diyatomlarla birlikte tikoplankton önemli bir yer tutar. Nergis Çayı'nın tikoplankton tür kompozisyonu ve bazı çevresel etmenlerle olan ilişkilerini incelemek amacıyla Nisan 2019 ve Ekim 2019 tarihlerinde 2 istasyonda örnekleme gerçekleştirilmiştir. Diyatomlardan 31, yeşil alglerden 9, mavi-yeşil alglerden 7 ve öglenalardan 1 olmak üzere toplamda 48 tikoplankton türü tespit edilmiştir. Su sıcaklığı 13-23°C, çözünmüş oksijen 2.9-8.30 mgL⁻¹, pH 5.9-8.73, elektriksel iletkenlik 1256-1467 µScm⁻¹, nitrat azotu (NO₃-N) 0.34-0.98 mgL⁻¹, toplam azot (TN) 2-5.67 mgL⁻¹, orto-fosfat (O-PO₄) 0.04-0.09 mgL⁻¹ ve toplam fosfor (TP) 0.05-0.1 mgL⁻¹ aralıklarında ölçülmüştür. Baskın türlerin (*Fragilaria capucina*, *Pinnularia major*, *Nitzschia palea*, *Cymbella affinis*, *Epithemia turgida*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Chlamydomonas globosa*, *Oscillatoria minutissima* ve *Trachelomonas granulata*) özelliklerine ve ölçülen parametrelerle olan ilişkilerine göre Nergis Çayı'nın, özellikle debi ve akıntı hızının düştüğü son bahar döneminde ötrofik bir su kütlesi haline geldiği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler – Nergis Çayı, Ötrofikasyon, Su Kalitesi, Tikoplankton

The Tycho plankton Composition of Nergis Stream (Balıkesir) Related to Some Environmental Factors

ABSTRACT: Tycho plankton along with diatoms are very important in determining the water quality of running waters. To study the tycho plankton composition of Nergis Stream related to some environmental factors, the stream was sampled in April 2019 and October 2019 at 2 stations. A total of 48 tycho plankton species, 31 from diatoms, 9 from green algae, 7 from blue-green algae and 1 from Euglenoids were identified. Water temperature fluctuated from 13 to 23°C, dissolved oxygen from 2.9 to 8.30 mgL⁻¹, pH from 5.9 to 8.73, electrical conductance from 1256 to 1467 µScm⁻¹, nitrate-nitrogen (NO₃-N) from 0.34 to 0.98 mgL⁻¹, total nitrogen (TN) from 2 to 5.67 mgL⁻¹, ortho-phosphate (O-PO₄) from 0.04 to 0.09 mgL⁻¹ and total phosphorus (TP) from 0.05 to 0.1 mgL⁻¹. Based on characteristics of dominant tycho plankton species (*Fragilaria capucina*, *Pinnularia major*, *Nitzschia palea*, *Cymbella affinis*, *Epithemia turgida*, *Ankistrodesmus falcatus*, *Scenedesmus quadricauda*, *Chlamydomonas globosa*, *Oscillatoria minutissima* and *Trachelomonas granulata*) and their relationships with the measured parameters, specifically in the fall when the water flow and the velocity drops, the stream becomes a eutrophic water body.

Keywords- Eutrophication, Nergis Stream, Tycho plankton, Water Quality

1. Giriş

Akarsuların ekolojik durumunun belirlenmesinde bentik diyatomlarla birlikte tikoplankton (kıyılarına yakın alanlarda yüksek bitkilerin dal ve yaprak aralarında oluşan planktonik algler)

önemli bir yer tutar. Çünkü tikoplankton bulunduğu ortamın çevresel durumunu gösteren indikatör türler içermektedir (Zelnik ve ark., 2018).

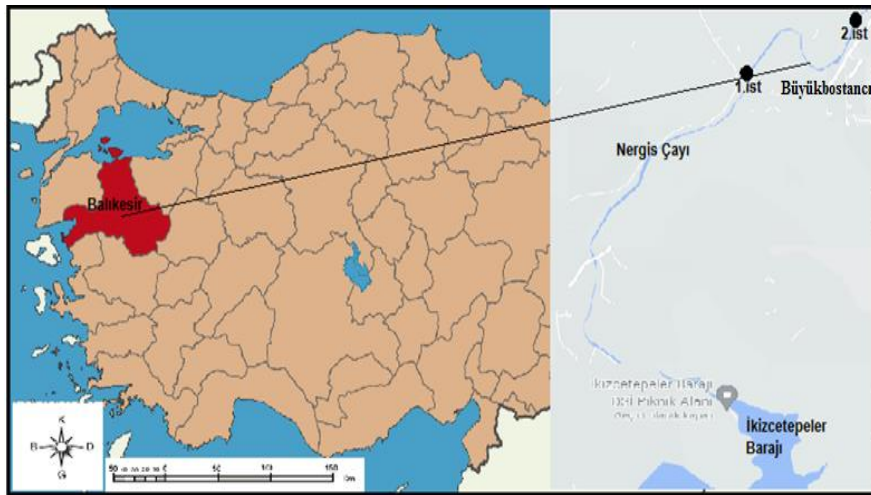
Ülkemiz çay ve derelerinde alglerin kommunité yapısı üzerinde yapılmış yoğun araştırmalar mevcuttur (Yıldız, 1987; Altuner, 1988; Altuner ve Gürbüz, 1990; Atıcı ve Obalı, 1999; Sungur, 2005; Atıcı ve Yıldız, 1996; Temel, 2001; Dere ve ark., 2002). Bu çalışmaların çoğu fitoplankton çalışmalarını gibi gözükse de, detaylı incelendiğinde aslında büyük bir kısmının tikoplankton çalışmaları oldukları görülür.

Akarsular, çeşitli sayıda alg türleri içerirler. Son yıllarda, akarsuların ekolojik durumlarının tayininde algler yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Eloranta ve Kwandrans, 2004; Fore ve Grafe, 2002; Smucker ve Vis, 2010; Barlas, 1995; Solak ve ark., 2007; Tokatlı ve Dayıoğlu, 2011; Atıcı ve Ahıska, 2005; Piirsoo ve ark., 2010; Fakıoğlu ve ark., 2012).

Nergis Çayı tikoplanktonu üzerinde şimdiye kadar yapılmış herhangi bir araştırma mevcut değildir. Dolayısıyla, bu çalışma Nergis Çayı'nın tikoplanktonu üzerinde yapılan ilk araştırmadır. Bu araştırmada, Susurluk Havzasında yer alan Nergis Çayı'nın tikoplankton çeşitliliği ve bazı fiziksel ve kimyasal parametrelerle olan ilişkilerinin tespit edilip hem söz konusu çayın ekolojik durumunun tespiti hem de ülkemiz akarsu alg envanterine katkı sağlanması amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

Balıkesir ili, Altıeylül ilçesinde yer alan Nergis Çayı, 25 km uzunluğunda olup İkizcetepeler Barajından çıkıp Kepsut ilçesinde Susurluk Çayıyla birleşmektedir (Şekil 1). Nergis Çayı'nın yıllık ortalama akımı yaklaşık olarak $0.1 \text{ m}^3\text{S}^{-1}$ olup kış aylarında bazen çok yüksek ($10 \times 10^3 \text{ m}^3\text{S}^{-1}$), kurak dönemlerde ise kuruyabilmektedir ($0 \text{ m}^3\text{S}^{-1}$). Örnek alma noktaları Büyükbostancı Köyü civarında seçilmiştir.



Şekil 1. Nergis Çayı çalışma istasyonları
Figure 1. Nergis Stream sampling stations

2019 yılı Nisan (bahar) ve Ekim (güz) aylarında alınan örneklerde tür tayini ve sayımı yapılarak tikoplankton analiz edilmiştir. Baskınlık gösteren türlerin bazı fiziksel ve kimyasal değişkenlerle olan ilişkileri belirlenmiştir.

Baskın türler, dominantlık ($Y = \frac{N_i}{N} f$) değerine göre belirlenmiştir. Y değeri 0.02'nin üstündeki türler dominant olarak kabul edilmiştir (Xu, 2006). Burda, N, bir örnekteki toplam birey sayısı; N_i , bir gruptaki türün toplam birey sayısı ve f, i türünün bir örnekteki sıklığı. Türlerin bollukları (A), aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir (APHA, 2017).

$$A = \frac{O_i}{O_p} \times \frac{V_r}{V_o} \times \frac{1}{V_r} \times \frac{n}{p}$$

Burada, A, bolluk (hücre ml^{-1}); O_i , lamel alanı (mm^2); O_p , objektifte görüntülenen kesit'in alanı (mm^2); V_r , çöktürelen suyun hacmi (ml); V_o , sayım kamarasına konulan suyun hacmi (ml); n, görüntülenen kesitteki toplam birey sayısı; p, sayılan kesit sayısını temsil etmektedir.

Fizikokimyasal değişkenlerden, çözülmüş oksijen, pH, su sıcaklığı ve elektriksel iletkenlik bir portatif-YSI marka multiprobla ölçülmüştür. Nitrat azotu (NO_3-N), toplam azot (TN), ortofosfat ($O-PO_4$) ve toplam fosfor (TP) spektrofotometrik olarak laboratuvarında ölçülmüştür (APHA, 2017).

Tikoplankton tür çeşitliliğini ve popülasyonların büyüklüğünü belirlemek için örnekler yaklaşık 0.5 metre derinlikten alınarak bir litrelik ışık geçirmez şişelere konulup Lugol solüsyonu ile tespit edilmiştir. Laboratuvarında, su örnekleri, 50 ml'lik dereceli cam silindirlere konularak 24 saat bekletilip ardından üstte biriken 45 ml'lik su pipetle boşaltıldıktan sonra kalan 5 ml, incelenmek için bir flakona aktarılmıştır. Tür tespiti ve sayımı için, bir mikro pipetle 0.1 ml'lik numune bir sayım kamarasına (Palmer-Maloney) aktarılıp bir araştırma mikroskobu ile incelenmiştir (LeGresley ve ark., 2010).

Tikoplankton tespitinde yaygın tayin anahtarları kullanılmıştır (Huber-Pestalozzi, 1969; Huber-Pestalozzi, 1982; John ve ark., 2003; Sims, 1996; Komárek ve Anagnostidis, 2008; Round ve ark., 1990).

Belirlenen dominant türlerin yoğunlukları ile fizikokimyasal değişkenler arasındaki ilişkiler, Kanonik korelasyon analizi (CCA) ile, CANOCO v.4.5 paket programı kullanılarak tespit edilmiştir. CCA analizinde, aksların istatistiksel önemi Monte Carlo permütasyon yöntemi ile belirlenmiştir (ter Braak ve Smilauer, 2002).

3. Bulgular ve Tartışma

Nergis Çayın'da ölçülen fiziksel ve kimyasal değişkenlerin minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Nergis Çayı'nda ölçülen su sıcaklığı (T), çözünmüş oksijen (DO), elektriksel iletkenlik (EC), pH, nitrat azotu (NO₃-N), toplam azot (TN), orto-fosfat (O-PO₄) ve toplam fosfor (TP)'un minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri

Table 1. The Maximum, minimum and standard deviation of water temperature (T), dissolved oxygen (DO), electrical conductance (EC), pH, nitrate-nitrogen (NO₃-N), total nitrogen (TN), ortho-phosphate (O-PO₄) and total phosphorus (TP) measured in Nergis Stream

	Minimum-Maksimum	Ortalama±Std.Sapma
T (°C)	13.00-23.00	18.00±4.16
DO (mg l ⁻¹)	2.31-8.90	4.90±2.90
EC (µS cm ⁻¹)	1256-1467	1361±86.25
pH	5.95-7.34	6.59±2.19
NO ₃ -N (mg l ⁻¹)	0.34-0.98	0.74±0.28
TN (mg l ⁻¹)	2.00-5.67	3.33±0.32
O-PO ₄ (mg l ⁻¹)	0.04-0.09	0.06±0.024
TP (mg l ⁻¹)	0.05-0.10	0.08±0.22

Bu çalışmada, diyatomlardan 31, yeşil alglerden 9, mavi-yeşil alglerden 7 ve öglenalardan 1 olmak üzere toplam 48 tür tespit edilmiştir (Tablo 2). Diyatom üyeleri her iki örnekleme döneminde de bolluk açısından baskınlık göstermişlerdir.

Tablo 2. Nergis Çayın'da tespit edilen tikoplankton türleri

Table 2. The tychoplankton species identified in Nergis Stream

Grup	bahar		güz	
	1. ist.	2.ist.	1.ist.	2.ist.
Bacillariophyta				
<i>Achnanthes minutissimum</i> (Kützing) Czarnecki	-	+	+	+
<i>Amphora ovalis</i> (Kütz.) Kütz.	+	-	+	-
<i>Cocconeis pediculus</i> Ehrenb.	+	+	-	+
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenb.	+	+	-	+
<i>Craticula accomoda</i> (Hustedt) D.G. Mann	+	-	+	+
<i>Craticula cuspidata</i> (Kütz.) D.G. Mann	+	+	+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	+	+	+	-
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	-	+	+	+
<i>Cymbella affinis</i> Kütz.	+	+	-	+
<i>Cymbella cistula</i> (Hemprich & Ehrenberg) O. Kirchner	+	+	-	+
<i>Cymbella cymbiformis</i> C. Agardh	+	+	+	+
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehrenberg) Kirchner	-	+	-	-
<i>Diatoma tenuis</i> C. Agardh	-	+	+	+
<i>Diatoma vulgare</i> Bory	-	+	+	+
<i>Encyonema silesiacum</i> (Bleisch) D.G. Mann	+	+	+	-
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenb.) Kütz.	+	-	+	+
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières	-	+	-	-
<i>Gomphonema augur</i> Ehrenberg	+	-	+	-
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabenh.	+	+	-	-
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+	+	-
<i>Luticola nivalis</i> (Ehrenberg) D.G. Mann	+	+	+	+

Tablo 2 (Devam)

<i>Melosira italica</i> (Ehrenberg) Kützing	+	+	+	+
<i>Meridion circulare</i> (Greville) C.A.Agardh	+	+	-	+
<i>Navicula capitatoradiata</i> Germain	-	+	+	+
<i>Navicula radiosa</i> Kütz.	+	-	+	+
<i>Navicula trivialis</i> Lange-Bertalot	+	+	-	+
<i>Nitzschia palea</i> (Kuetz.) W.SM.	+	+	+	+
<i>Planothidium lanceolatum</i> (Bréb. Ex Kütz) Lange-Bert.	+	-	-	+
<i>Pinnularia major</i> (Kützing) Rabenh.	+	+	-	+
<i>Stephanodiscus neoastraea</i> Håkansson & Hickel	+	+	-	+
<i>Ulnaria acus</i> (Kützing) M. Aboal	+	-	+	-
Chlorophyta				
<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs	+	-	-	-
<i>Chlamydomonas globosa</i> Ehrenb.	+	-	+	-
<i>Franceia ovalis</i> (Francé) Lemmermann	+	-	+	-
<i>Golenkiniopsis solitaria</i> (Korshikov) Korshikov	+	-	+	-
<i>Lagerheimia ciliata</i> (Lagerheim) Chodat	+	-	+	-
<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikov) Hindák	+	+	-	-
<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>Rugulosum</i> Raciborski	+	+	-	-
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Breb.	+	+	-	-
<i>Tetraedron trilobatum</i> (Reinsch) Hansgirg	+	-	-	-
Cyanobacteria				
<i>Anabaena spiroides</i> Klebahn	-	+	-	+
<i>Arthrospira gigantea</i> (Schmidle) Anagnostidis	-	+	+	+
<i>Chroococcus turgidus</i> (Kützing) Nägeli	+	-	-	+
<i>Gomphosphaeria aponin</i> Kützing	-	+	+	+
<i>Merismopedia punctata</i> Meyen	+	+	+	+
<i>Oscillatoria minutissima</i> P. González	-	+	-	+
<i>Phormidium limosum</i> (Dillwyn) P.C. Silva	-	-	-	+
Euglenozoa				
<i>Trachelomonas granulata</i> Svirenko	-	-	-	+

Araştırmada, bolluk açısından yüze olarak diyatomlardan *Amphora ovalis*(%13), *Cocconeis pediculus*(%12), *Craticula accomoda* (%12), *Cyclotella meneghiniana*(%11), *C. affinis*(%10), *Diatoma vulgare*(%9), *Encyonema silesiacum*(%9), *E. turgida* (%9), *F. capucina* (%8), *Hantzschia amphioxys* (%8), *Luticola nivalis* (%8), *Navicula radiosa* (%8), *N. palea* (%7) ve *P. major* (%7), yeşil alglerden *Ankistrodesmus falcatus* (%6), *Scenedesmus quadricauda* (%6) ve *Chlamydomonas* (%6), mavi-yeşil alglerden *Oscillatoria minutissima* (%5) ve öglenalardan *Trachelomonas granulata* (%5) dominant türler olarak tespit edilmişlerdir.

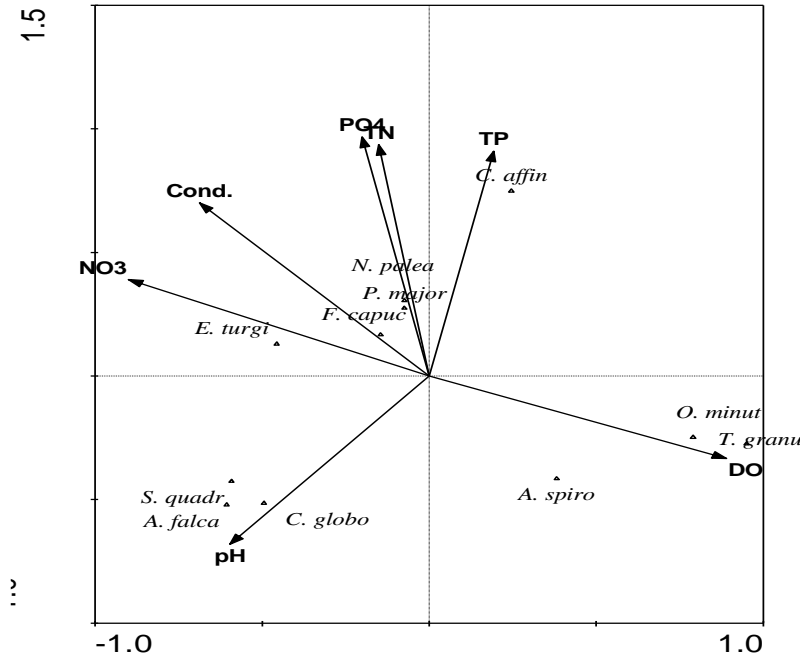
Çalışmada yaygın olarak bulunan *C. pediculus*, *C. accomoda*, *C. affinis*, *E. silesiacum*, *E. turgida*, *F. capucina*, *L. nivalis*, *N. palea* ve *P. major* gibi diyatom türleri katı cisimlere yapışabilme yetenekleri sayesinde kolayca koloniler oluşturma özelliklerine sahiptirler (Yıldız, 1987; Varol ve Şen, 2014).

Dominant diyatomlardan *Melosira*, *Navicula*, *Craticula* ve *Ulnaria* türleri ülkemizdeki diğer çay ve derelerde de sıklıkla rastlanılan türlerdir (Gönülol ve Arslan, 1992; Aysel, 2005). Bu türlerden bazıları (*N. palea* ve *E. turgida* gibi) gerçekte planktonik tür

olmamalarına rağmen su hareketleri ile planktona karışabilecekleri yapılan araştırmalarda gösterilmiştir (Tokatlı ve Dayıoğlu, 2011; Kalyoncu ve ark., 2009; Çiçek ve Ertan, 2015).

Nergis Çayı'nda suyun sürekli hareketinden dolayı diyatomlar dışındaki algler kolay kolay gelişmemekte ve sadece akışa dayanıklı diyatomların çoğunlukta olduğu bir alg florasının hakim olduğu görülmektedir (Solak ve ark., 2007).

Baskın türler ve çevresel değişkenler arasındaki bağıntıda, CCA'nın I. ve II. aksları toplam varyansın %48'ini açıklamışlardır. Bu da, CCA akslarının temsil ettiği çevresel değişkenlerin türlerin dağılımı üzerinde önemli etkilere sahip olduklarını göstermektedir (ter Braak ve Smilauer, 2002).



Şekil 2. Nergis Çayı'nda dominant tikoplankton türleri ile fizikokimyasal değişkenler arasındaki bağıntıyı gösteren CCA grafiği

Figure 2. The CCA diagram, showing the relationships between the dominant tychoplankton species and the physicochemical variables

CCA analizinde, *C. affinis* TP ile, *E. turgida* NO₃-N ile, *F. capucina* elektriksel iletkenlik ile, *P. major* ve *N. palea* orto-fosfat ve toplam azot ile yüksek korelasyon göstermişlerdir (Şekil 2). Zębek ve Napiórkowska-Krzebietke (2016) yaptıkları alg çalışmasında, *F. capucina*'nın elektriksel iletkenlik ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Hansika ve ark. (2019) Sri Lanka'daki barajlarda yaptıkları çalışmalarında, *C. affinis*, *E. turgida*, *N. palea* ve *P. major* gibi diyatomların toplam azot ve toplam fosforla yüksek korelasyon gösterdiklerini belirtmişlerdir.

Singh ve Parikh (2020) Hindistandaki ötrof sulak alanlarında yaptıkları çalışmada, *A. ovalis*, *E. turgida*, *F. capucina*, *N. radiosa* ve *N. palea* gibi diyatomların ötrofikasyon indikatörü olduklarını bildirmişlerdir. Solak ve ark. (2020) Sakarya havzasında yaptıkları çalışmada, *Craticula* ve *Nitzschia* üyelerinin organik kirlenmeyle ilişkili olduklarını bildirmişlerdir. Khedairia ve ark. (2022) Rusya'daki ötrofik Oka Nehri'nde yaptıkları alg

çalışmalarında *Cymbella*, *Diatoma*, *Encyonema*, *Hantzschia*, *Luticola* ve *Pinnularia* üyelerine yoğun olarak rastladıklarını belirtmişlerdir.

CCA, yeşil alglerden *A. falcatus*, *S. quadricauda* ve *C. globosa*'nın pH ile ilişkili olduklarını göstermiştir (Şekil 2). Burada pH'nın yeşil algleri etkileyen önmeli bir çevresel etken olduğunu görüyoruz. Sucul sistemlerde pH, alglerin besin alımını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Çünkü pH özellikle azot ve fosfor iyonlarının suda hangi formda olacaklarını belirleyen önemli bir faktördür (Tilman ve ark., 1982). Yüksek pH değerleri, suda kalsiyum karbonat oluşumuna sebep olup orto-fosfat iyonlarını bağlayarak çökmesine sebep olur ki bu da alglerinin çoğalmasını sınırlayabilir (Wetzel, 2001).

CCA analizinde, mavi-yeşil alglerden *O. minutissima* ve öglenalardan *T. granulata* ile çözülmüş oksijen arasında yüksek korelasyon olduğu görülmüştür (Şekil 2). Mavi-yeşil algler ve öglene türleri akarsularda düşük debi ve yavaş akıntı hızının görüldüğü güz döneminde daha kolay gelişebilmektedirler (Memiş, 2019; Tezel Ersanlı ve Öztürk, 2017). Düşük debi ve yavaş akıntı hızı düşük çözülmüş oksijen değerleriyle sonuçlanmakta, bu durum da *O. minutissima* ve *T. granulata* gibi türlerin son bahar dönemindeki artışın sebebi olabilir (Alam ve ark., 2001).

4. Sonuç

Sonuç olarak, çalışma süresince tespit edilen baskın türlerin özellikleri ve ölçülen parametrelerle olan ilişkileri, Nergis Çayı'nın özellikle son bahar döneminde azalan debi ve akış hızının da etkisiyle ötrof karakterli bir su kütlesi haline geldiği görülmektedir.

5. Kaynaklar

- Alam, M.G.M., Jahan, N., Thalib, L., Wei, B., Maekawa, T. 2001. Effects of environmental factors on the seasonally change of phytoplankton populations in a closed freshwater pond. *Environment International*, 27(5), 363-371.
- Altuner, Z. 1988. Study of the diatom flora of the Aras River Turkey. *Nowa Hedwigia*, 46, 255-263.
- Altuner, Z., Gürbüz, H. 1990. Karasu (Fırat) Nehri'nin epilitik ve epifitik algleri üzerine bir araştırma. X. Ulusal Biyoloji Kongresi Botanik Bildirileri, 18-20 Temmuz, Erzurum, Türkiye.
- APHA, 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd ed. American Public Health Association. Washington, D.C., USA.
- Atıcı, T., Yıldız, K. 1996. Sakarya Nehri diatomları. *Turkish Journal of Botany*, 20, 119-134.
- Atıcı, T., Obalı, O. 1999. A study on diatoms in upperpart of Çoruh River, Turkey. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12, 473-496.
- Atıcı, T., Ahıska, S. 2005. Pollution and algae of Ankara Stream. *Gazi University Journal of Science*, 18, 51-59.
- Aysel, V. 2005. Check-list of the freshwater algae of Turkey. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 11, 1-124.
- Barlas, M. 1995. Akarsu kirlenmesinin biyolojik ve kimyasal yönden değerlendirilmesi ve kriterleri. *Doğu Anadolu Bölgesi II. Su Ürünleri Sempozyumu*, 14-16 Haziran, Erzurum, Türkiye.
- Çiçek, N.L., Ertan, Ö.O. 2015. Köprüçay Nehri (Antalya) su kalitesinin epilitik diatomlarla belirlenmesi. *Edge Journal of Fisheries and aquataic sciences*, 32, 65-78.
- Dere, Ş., Karacaoğlu, D., Dalkıran, N. 2002. A study on the epiphytic algae of the Nilufer Stream (Bursa). *Turkish Journal of Botany*, 26, 219-234.
- Eloranta, P., Kwadrans, J. 2004. Indicator value of freshwater red algae in running waters for water quality assessment. *International Journal of oceanography and Hydrobiology*, 32, 47- 54.
- Fakioğlu, Ö., Atamanalp, M., Şenel, M., Şensurat, T., Arslan, H. 2012. Pulur Çayı (Erzurum) epilitik ve epifitik diatomları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 8, 1-8.

- Fore, L.S., Grafe, C. 2002. Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (USA). *Freshwater Biology*, 47, 2015-2037.
- Gönülol, A., Arslan, N. 1992. Samsun-İncesu Çayı'nın alg florası üzerinde araştırmalar. *Turkish Journal of Botany*, 16, 311-334.
- Hansika, R.V.H., Yatigammana, S.K. 2019. Distribution of diatom assemblages in the surface sediments in Sri Lankan reservoirs located in the main climatic regions and potential of using them as environmental predictors. *Tropical Ecology*, 60, 415-425.
- Huber-Pestalozzi, G. 1969. Das phytoplankton des süßwassers systematik und biologie, 4.Teil, Euglenophyceen. E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart, Germany.
- Huber-Pestalozzi, G. 1982. Das phytoplankton des süßwassers systematik und biologie, 8.Teil, 1. Halffe Conjugatophyceae Zygnematales und Desmidiaceae (excl. Zygnemataceae). E. Schweizerbarth'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, Germany.
- John, D.M., Whitton, B.A., Brook, A.J. 2003. The freshwater algal flora of the British isles: An identification guide to freshwater and terrestrial algae. The Natural History Museum and The British Phycological Society. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Kalyoncu, H., Barlas, M., Ertan, Ö. O. 2009. Aksu Çayının su kalitesinin biyotik indekslere (diatomlara ve omurgasızlara göre) ve fizikokimyasal parametrelere göre incelenmesi, organizmaların su kalitesi ile ilişkileri. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2, 46-57.
- Khedairia, T., Okhapkin, A.G., Genkal, S.I., Gluschenko, A.M., Kulikovskiy, M.S. 2022. Composition and ecological characteristics of diatoms of algocenoses in the benthos of the mouth of a large eutrophic-hypertrophic river (Oka River, Russia). *Inland Water Biology*, 15(4), 415-423.
- Komárek, J., Anagnostidis, K. 2008. Cyanoprokaryota, 2. Teil/Part 2: Oscillatoriales, Süßwasser Flora von Mitteleuropa (Freshwater Flora of Central Europe). GustavFischerVerlag. Jena, Germany.
- LeGresley, M., McDermott, G. 2010. Counting Chamber Methods for Quantitative Phytoplankton Analysis: Haemocytometer, Palmer-Maloney Cell and Sedgewick-Rafter Cell In: Karlson B, Cusack C & Bresnan E, Editors. *Microscopic and Molecular Methods for Quantitative Phytoplankton Analysis*, IOC Manuals and Guides No. 55. Paris, France: UNESCO, pp. 25-30.
- Memiş, Y. 2019. Boğacık Çayı (Giresun) algleri üzerine floristik bir çalışma. Yüksek lisans tezi, Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun, 75.
- Piirsoo, K., Pall, P., Tuvikene, A., Viik, M., Vilbaste, S. 2010. Assessment of water quality in a large lowland river (Narva, Estonia/Russia) using a new Hungarian potamoplanktic method. *Estonian Journal of Ecology*, 59, 243-258.
- Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. 1990. The diatoms: Morphology and biology of the genera. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Singh, M., Parikh, P. 2020. Freshwater Diatoms as Bio-Indicators in Urban Wetlands of Central Gujarat. *Indian Journal of Ecology*, 47, 7-11.
- Simpson E.H. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688-688
- Sims, P.A. 1996. An Atlas of British Diatoms. Biopress Ltd., Bristol, UK.
- Smucker, N.J., Vis, M.L. 2010. Using diatoms to assess human impacts on streams benefits from multiple-habitat sampling. *Hydrobiologia*, 654, 93-109.
- Solak, C.N., Feher, G., Barlas, M., Pabuççu, K. 2007. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality of Akçay Stream (Büyük Menderes River) in Muğla/Turkey. *Large Rivers*, 17, 327-338.
- Solak, C.N., Peszek, Ł., Yılmaz, E., Ergül, H.A., Kayal, M., Ekmekçi, F., Várbíró, V., Morkoyunlu-Yüce, A., Canlı, O., Binici, M.S., Ács, É. 2020. Use of diatoms in monitoring the Sakarya river basin, Turkey. *Water*, 12(3), 703.
- Sungur, D. 2005. Melen Çayı (Düzce-Adapazarı) bentik algleri ve yoğunluğundaki mevsimsel değişimi. Doktor Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 104.
- Temel, M. 2001. Algal flora of Goksu Stream (Istanbul), Turkey. *Proceedings of the 2nd Balkan Botanical Congress. Plants of the Balkan Peninsula: into the next Millennium*, 14-18 May, Istanbul, pp. 343-352.
- Ter Braak, P., Smilauer, C.J.F. 2002. Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination. Microcomputer Power, Ithaca, USA.
- Tezel Ersanlı, E., Öztürk, R. 2017. Karasu Çayı Fitoplankton Topluluğu ve Su Kalitesi Üzerine Ekolojik ve İstatistik Bir Değerlendirme. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Tarım ve Doğa Dergisi*, 10.18016/ksudobil.264177.
- Tilman, D., Kilham, S.S., Kilham, P. 1982. Phytoplankton community ecology: the role of limiting nutrients. *Annual Review of Ecology*, 13, 349-372.
- Tokatlı, C., Dayıoğlu, H. 2011. Use of epilithic diatoms to evaluate water quality of Murat Stream (Sakarya River basin, Kütahya): Different saprobity levels and pH status. *Journal of Applied Biological Sciences*, 5, 55-60.

- Varol, M., Şen, B. 2014. Dicle Nehri'nin planktonik alg florası. *Journal of Fisheries Sciences.com*, 8, 252-264.
- Wetzel, R.G. 2001. *Limnology: Lake and River Ecosystems*. 3rd ed. San Diego, CA, Academic Press.
- Xu, Z. 2006. Ecological characters of the *Eucalanus subcrassus* population in the East China Sea. *Acta Ecologica Sinica*, 26(4), 1151-1158.
- Yıldız, K. 1987. Diatoms of the Porsuk River, Turkey. *Turkish Journal of Biology*, 11, 162-182.
- Zębek, E., Napiórkowska-Krzebietke, A. 2016. Response of phytoplankton to protective-restoration treatments enhancing water quality in a shallow urban lake. *Environmenta Monitoring and Assessment*, 188, 623 .
- Zelnik, I., Balanč, T., Toman, M. 2018. Diversity and Structure of the Tychoplankton Diatom Community in the Limnocene Spring Zelenci (Slovenia) in Relation to Environmental Factors. *Water*, 10, 361.